

Influência da experiência profissional e da função visual do operador no processamento semiautomático da cintigrafia de perfusão do miocárdio: variabilidade intra e interoperador na determinação dos parâmetros quantitativos

Ana Sofia Reimão¹, Joana Pereira¹, Matina Nobre², Fábio Nascimento², Elisabete Carolino³, Ilda Poças⁴, Lina Vieira⁵⁻⁷

1. Licenciatura em Medicina Nuclear, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa. sofiareimao92@gmail.com
2. Licenciatura em Ortopática, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa.
3. Área Científica de Matemática, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa.
4. Área Científica de Ortopática, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa.
5. Área Científica de Medicina Nuclear, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa.
6. Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
7. Grupo de Investigação em Modelação e Otimização de Sistemas Multifuncionais, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa.

RESUMO: Introdução – A cintigrafia de perfusão do miocárdio (CPM) desempenha um importante papel no diagnóstico, avaliação e seguimento de pacientes com doença arterial coronária, sendo o seu processamento realizado maioritariamente de forma semiautomática. Uma vez que o desempenho dos técnicos de medicina nuclear (TMN) pode ser afetado por fatores individuais e ambientais, diferentes profissionais que processem os mesmos dados poderão obter diferentes estimativas dos parâmetros quantitativos (PQ). **Objetivo** – Avaliar a influência da experiência profissional e da função visual no processamento semiautomático da CPM. Analisar a variabilidade intra e interoperador na determinação dos PQ funcionais e de perfusão. **Metodologia** – Selecionou-se uma amostra de 20 TMN divididos em dois grupos, de acordo com a sua experiência no *software Quantitative Gated SPECT™*: Grupo A (GA) – TMN ≥ 600 h de experiência e Grupo B (GB) – TMN sem experiência. Submeteram-se os TMN a uma avaliação ortóptica e ao processamento de 21 CPM, cinco vezes, não consecutivas. Considerou-se uma visão alterada quando pelo menos um parâmetro da função visual se encontrava anormal. Para avaliar a repetibilidade e a reprodutibilidade recorreu-se à determinação dos coeficientes de variação, %. Na comparação dos PQ entre operadores, e para a análise do desempenho entre o GA e GB, aplicou-se o Teste de *Friedman* e de *Wilcoxon*, respetivamente, considerando o processamento das mesmas CPM. Para a comparação de TMN com visão normal e alterada na determinação dos PQ utilizou-se o Teste *Mann-Whitney* e para avaliar a influência da visão para cada PQ recorreu-se ao coeficiente de associação ETA. Diferenças estatisticamente significativas foram assumidas ao nível de significância de 5%. **Resultados e Discussão** – Verificou-se uma reduzida variabilidade intra (<6,59%) e inter (<5,07%) operador. O GB demonstrou ser o mais discrepante na determinação dos PQ, sendo a parede septal (PS) o único PQ que apresentou diferenças estatisticamente significativas ($z_w = -2,051$, $p = 0,040$), em detrimento do GA. No que se refere à influência da função visual foram detetadas diferenças estatisticamente significativas apenas na fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) ($U = 11,5$, $p = 0,012$) entre TMN com visão normal e alterada, contribuindo a visão em 33,99% para a sua variação. Denotaram-se mais diferenças nos PQ obtidos em TMN que apresentam uma maior incidência de sintomatologia ocular e uma visão binocular diminuída. A FEVE demonstrou ser o parâmetro mais consistente entre operadores (1,86%). **Conclusão** – A CPM apresenta-se como uma técnica repetível e reprodutível, independente do operador. Verificou-se influência da experiência profissional e da função visual no processamento semiautomático da CPM, nos PQ PS e FEVE, respetivamente.

Palavras-chave: cintigrafia de perfusão do miocárdio, parâmetros quantitativos, técnicos de medicina nuclear, experiência profissional, função visual.

Influence of operator's professional experience and visual function in the myocardial perfusion scan semiautomatic processing: intra and inter operator variability in quantitative parameters estimation

ABSTRACT: Introduction – Myocardial perfusion scan (MPS) has an important role in the diagnosis, evaluation and follow-up of patients with coronary artery disease being the semiautomatic processing widely used for routine clinical practice. Since the nuclear medicine technologists (NMT) performance might be affected by individual and environmental factors, different professionals that process the same data will provide different estimations of quantitative parameters (QP). **Aim** – Evaluate the influence of NMT professional experience and visual function on the MPS semiautomatic processing. Analysis of the intra and inter variability considering the function and perfusion QP measured. **Methodology** – Twenty subjects were selected and categorized in two groups according to their experience on the *Quantitative Gated SPECT™ software*: Group A (GA) – NMT ≥ 600 h and Group B (GB) – NMT without experience. All NMT underwent an orthoptic evaluation and processed 21 MPS five times in a non-consecutive mode. It was assumed to be an altered vision when at least one visual function parameter was found abnormal. Coefficient of variation, %, was calculated to evaluate repeatability and reproducibility. Friedman's and Wilcoxon tests were applied to compare QP between operators and to analyze GA and GB performance, respectively, considering the processing of the same MPS. To compare the NMT with normal and altered vision it was used the Mann-Whitney Test, and to evaluate the visual function influence in each QP was performed the ETA association coefficient. It was assumed statistically significant differences at a significance level of 5%. **Results and Discussion** – Low intra ($<6.59\%$) and inter ($<5.07\%$) operator variability was achieved. A greater discrepancy in GB was noted, being merely the septal wall (SW) statistical different ($z_w = -2.051, p = 0.040$), when compared with GA. Regarding the influence of visual function it was observed significant statistical differences only in left ventricle ejection fraction (LVEF) ($U = 11.5, p = 0.012$) between NMT with normal and altered vision, contributing the vision 33.99% for its variation. It was denoted more differences between NMT that have a greater incidence of ocular symptomatology and a diminished Binocular Vision. LVEF was the most consistent QP (1.86%) between operators. **Conclusion** – MPS is presented as a repeatable and reproducible technique, operator independent. It was verified professional experience and visual function influence, on MPS semiautomatic processing, in the SW and LVEF QP, respectively.

Keywords: myocardial perfusion scan, quantitative parameters, nuclear medicine technologists, professional experience, visual function.

Introdução

A cintigrafia de perfusão do miocárdio (CPM) é uma técnica de medicina nuclear (MN) utilizada no diagnóstico e estratificação de risco em pacientes com suspeita ou conhecida doença arterial coronária¹. Quando sincronizada com o início da onda R do sinal eletrocardiográfico, a CPM permite a avaliação conjunta dos parâmetros quantitativos (PQ) de perfusão e função do ventrículo esquerdo (VE), contribuindo para a melhoria da precisão diagnóstica².

O processamento da CPM, realizado pelos técnicos de MN (TMN), pode ser realizado de forma manual, semiautomática ou automática, sendo mais recorrentemente utilizado na prática clínica o semiautomático³. Neste permanecem alguns passos manuais que envolvem a delimitação da área

de reconstrução e a reorientação e ajustamento dos limites miocárdicos do longo eixo vertical (LEV) e horizontal (LEH) para a criação do curto eixo³⁻⁴. Deste modo, diferentes profissionais que processem os mesmos dados poderão obter diferentes estimativas dos PQ³.

A variabilidade associada ao processamento de imagens clínicas sempre foi considerada uma constante preocupação, na medida em que pode limitar o valor diagnóstico dos PQ obtidos e, por isso, influenciar a interpretação clínica e, conseqüentemente, conduzir a alterações nos resultados finais dos exames⁴⁻⁵. Estudos revelam que o desempenho dos profissionais de saúde no processamento de imagens clínicas pode ser afetado por fatores individuais, como a educação, experiência profissional, percepção visual e cognitiva, e

fatores ambientais como a luminosidade da sala, luminância do ecrã, baixa ergonomia e a presença de hábitos inapropriados durante a execução da análise da imagem⁶⁻⁹.

No âmbito da cardiologia nuclear, vários estudos abordam a variabilidade no processamento semiautomático da CPM³⁻⁵. No entanto, considera-se a literatura limitada na medida em que a variável experiência nunca foi explicitamente explorada. Akesson *et al.* observam, em 2004, uma elevada reprodutibilidade na determinação da FEVE entre oito operadores experientes que desempenham a sua atividade profissional na mesma instituição⁴. No mesmo estudo verificou-se que a variabilidade introduzida pelos processos manuais do processamento semiautomático não é significativa⁴. Mohammed *et al.*, por sua vez, em 2005, demonstram que, entre três operadores com diferentes níveis de experiência e adotando uma sequência de passos estandardizados, a CPM é uma técnica reprodutível e independente do operador³. Antunes *et al.* afirmam, em 2014, que, em operadores experientes, os softwares *Quantitative Gated SPECT™ (QGS™)* e *Quantitative Perfusion SPECT™ (QPS™)* usados são reprodutíveis e independentes do operador⁵.

No que se refere à influência da função visual na variabilidade associada às imagens clínicas, até ao momento não é conhecido nenhum estudo realizado na área da MN. No entanto, vários estudos desenvolvidos na área de Radiologia concluem que profissionais com características visuais alteradas apresentam PQ diferentes quando comparados com profissionais que detêm uma função visual normal⁶⁻⁹. Adicionalmente, em 2010, Krupinski *et al.* defendem que a existência de disfunção visual intrínseca ao operador, em combinação com as condições em que a atividade é desempenhada, influencia o estado da visão binocular (VB), nomeadamente a capacidade acomodativa e as vergências, podendo desencadear sintomatologia e comprometendo, deste modo, a precisão da tarefa realizada⁶⁻¹⁰.

Face ao exposto, levanta-se a seguinte questão de investigação: Será que a experiência profissional e a função visual do operador interferem na determinação dos PQ obtidos no processamento semiautomático da CPM?

O presente estudo tem como principal objetivo avaliar a influência de dois fatores individuais dos TMN – experiência profissional e função visual – no processamento semiautomático da CPM na determinação dos PQ funcionais: volume telediastólico (VTD), volume telessistólico (VTS) e fração de ejeção do VE (FEVE) e dos PQ de perfusão em sístole, em percentagem (%): perfusão das paredes anterior (PA), inferior (PI), lateral (PL), septal (PS) e apical (Pa). A análise da variabilidade intra e interoperador foi também realizada.

Metodologia

Foi realizado um estudo prospetivo¹¹, de natureza exploratória e comparativa¹², em TMN nos laboratórios de MN e Ortóptica da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa (ESTeSL-IPL), Lisboa, entre janeiro e julho de 2014.

Os TMN foram submetidos a uma avaliação ortóptica para avaliação da função visual. Posteriormente foi solicitado a cada TMN o processamento de 105 CPM e o registo dos PQ de função e perfusão do VE.

Amostra

Selecionou-se uma amostra não probabilística¹¹, intencional¹³ de 20 TMN/Operadores (O1-O20). Os TMN foram divididos em dois grupos de igual número, de acordo com o critério de seleção «experiência profissional no processamento da CPM no software *Quantitative Gated SPECT™ (QGS™)* na estação de processamento *Xeleris™*»: Grupo A (GA) – TMN com experiência ≥ 600 h, equivalente ao processamento de ≥ 12.000 CPM, considerando que cada processamento demora 3min ($n=10$; O1-O10) e Grupo B (GB) – TMN sem qualquer experiência profissional, mas com formação respetiva para a sua realização ($n=10$; O11-O20). Após seleção, os TMN responderam a um questionário *online*¹⁴, com a finalidade de caracterizar a amostra segundo a sua demografia, correção ótica, ametropias e semiologia ocular durante a execução de atividades ao computador. O questionário foi validado através do método de Delphi, incluindo dois profissionais da área de ortóptica e de medicina nuclear, independentes ao estudo.

Tabela 1. Teste de avaliação da função visual e parâmetros de classificação de anomalia

Testes de avaliação visual	Característica avaliada	Parâmetros de classificação de anomalia	
Frontofocómetro Auto-refratómetro	Ametropias	$> \pm 4 D^{15}$	
AV (Escala ETDRS)	AV	pp=pl	$\leq 7/10$ ou diferença de ≥ 2 a linhas de AV ¹⁵⁻¹⁸
CT Asa Maddox	Equilíbrio oculomotor	pp	Exoforia $\geq 8^{\Delta 15,19-20}$ Esforia $> 1^{\Delta 15,19-20}$
		pl	Exoforia $\geq 4^{\Delta 15,19-20}$ Esforia $> 2^{\Delta 15,19-20}$
ppc	Convergência	$> 10 \text{ cm}^{21}$	
ppa	Acomodação	$<$ ao considerado normal para a idade ²¹	
TNO®	Estereopsia	$> 60''^{22}$	
Vergências	Amplitudes de fusão (valores normativos)	C': 25-35 ^{Δ23}	D': 8-10 ^{Δ23}
Teste de cancelamento de sinos	Atenção visual	< 32 sinos em 5 min. ²⁴	
Pelli-Robson®	Sensibilidade ao contraste	$< 2,10$ unidades logarítmicas (0,8%) ²⁵	

D-Dioptrias; M-Unidade Métrica;
 Δ -Dioptrias prismáticas; ''-Segundos de arco.

Avaliação da função visual

Efetua-se, em 40 olhos, a avaliação do erro refrativo (autorrefratômetro). A avaliação ortóptica constou no estudo de: a) da acuidade visual (AV) monocular e binocular, com escala *Early Treatment Diabetic Retinopathy Study* (ETDRS), para perto (pp), a 40cm, e para longe (pl), a 4m; b) do equilíbrio oculomotor pelo *Cover Test* (CT), pp e pl; c) da quantificação do desvio utilizando a *Asa de Maddox*; d) do ponto próximo de convergência (ppc) e ponto próximo de acomodação (ppa), através da régua de *Royal Air Force*[®]; e) da estereopsia pp (TNO[®]); f) das vergências pp (régua de prismas de *Berens*); g) da atenção visual (teste de cancelamento de sinos); h) e da sensibilidade ao contraste pl (teste de *Pelli-Robson*[®]). A graduação da correção refrativa foi registada no frontofocômetro. Na Tabela 1 encontram-se os testes de avaliação da função visual utilizados, com o respetivo parâmetro de classificação da normalidade. Considerou-se uma função visual global alterada quando se verificou anormalidade em pelo menos um teste da avaliação ortóptica.

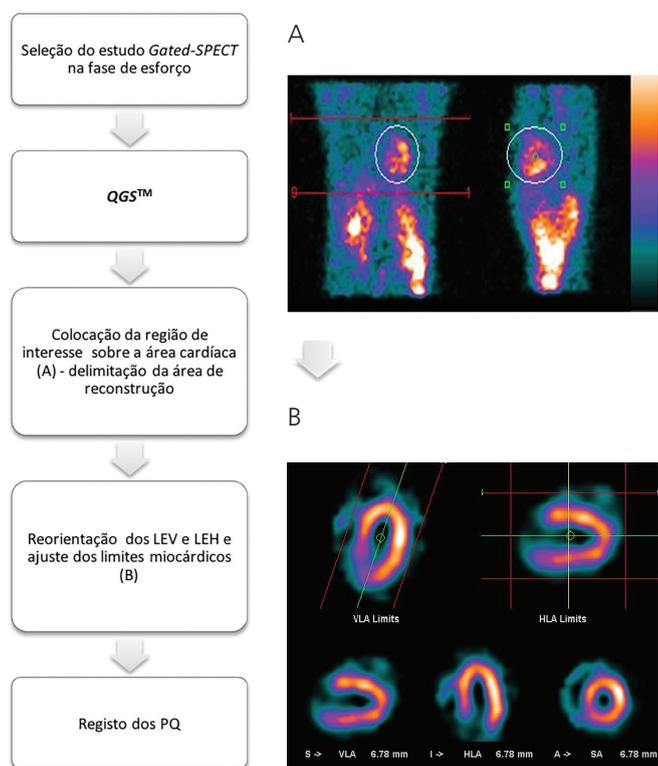


Figura 1. Sequência de passos estabelecida para o processamento da CPM (adaptado de XelerisTM).

Processamento das cintigrafias de perfusão do miocárdio

Considerou-se uma luminância do monitor de 3,84 candela/metro² (cd/m²), calculada com o aparelho *Lux-UV-IR Meter*, versão 666.230, e uma iluminância da sala de 5,29 lux, constante para todos os processamentos. Foram asseguradas as mesmas condições ambientais da sala para todos

os processamentos. Recorreu-se à estação de processamento *Xeleris*TM 1.0628 e ao *software QGS*TM, aplicação utilizada para a segmentação, quantificação, e análise da imagem *Gated* no curto eixo tomográfico da CPM²⁶. De acordo com uma sequência de passos pré-estabelecida (cf. Figura 1), os TMN processaram 21 CPM, cinco vezes cada, de modo não consecutivo, totalizando 105 processamentos, utilizando a escala de cores *GE Color*. Os dados foram reconstruídos por retroprojeção filtrada (filtro *Butterworth* – frequência de corte: 0,52; potência: 5). Solicitou-se aos TMN o registo dos PQ funcionais: VTD (mililitros (mL)), VTS (mL), FEVE (%) e dos PQ de perfusão em sístole: Perfusão (%) da PA, PI, PL, PS e Pa. Garantiu-se o desconhecimento dos valores obtidos pela amostra e de informação relativa ao paciente. Cada TMN demorou, em média, 6h a processar a totalidade das CPM.

Análise estatística

Recorreu-se ao *International Business Machine Statistical Package for the Social Sciences*, versão 20 e ao *Microsoft Excel 2010* para o tratamento dos dados. As variáveis quantitativas contínuas e quantitativas discretas foram expressas na forma de mediana e amplitude interquartil (AI) e, para as qualitativas, como n (%). Para avaliar a variabilidade intraoperador determinou-se a amplitude interquartil dos coeficientes de variação, em %, (CV%) dos cinco processamentos de cada exame. O CV% foi também utilizado na estimativa da variabilidade interoperador nos PQ. Considerou-se como critério para uma elevada variabilidade intra e interoperador um CV% >10%²⁷, sendo que, quanto mais próximo do zero for o valor do CV%, menor variabilidade existirá intra e interoperador. Para a comparação dos PQ entre operadores aplicou-se o Teste de *Friedman*. Quando se verificaram diferenças estatisticamente significativas consideraram-se as comparações múltiplas de *Friedman*. Para comparação do desempenho no processamento do GA e GB recorreu-se ao teste de *Wilcoxon* e ao cálculo dos CV%. Na comparação das avaliações dos diferentes PQ (EDV, ESV, FEVE, PA, PI, PL, PS e Pa) entre TMN com visão normal e visão alterada utilizou-se o Teste *Mann-Whitney* e, para avaliar a influência da visão em cada um dos PQ, utilizou-se o coeficiente de associação ETA. Diferenças estatisticamente significativas foram assumidas ao nível de significância de 5%.

Considerações éticas

Foi redigido e assinado um consentimento informado. A presente investigação foi planeada de acordo com as leis e regras da ESTeSL-IPL.

Resultados

As características da amostra encontram-se representadas nas Tabelas 2 e 3. Dos 20 TMN, 75% (n=15) são do género feminino, com uma mediana de idade de 24,5 anos (AI=11,75 anos). Relativamente às ametropias: 25% (n=5) dos TMN apresenta miopia, 25% (n=5) astigmatismo miópico simples, 50% (n=10) astigmatismo miópico composto e 10%

(n=2) astigmatismo misto. Em resposta ao questionário, 20% (n=4) dos TMN referiram cefaleias frontais e fotofobia, 15% (n=3) olho vermelho, ardor ocular e dificuldade de focagem, 10% (n=2) olho seco e dor ocular e 5% (n=1) sensação de corpo estranho e prurido ocular, conseqüente de longos períodos ao computador. Durante o processamento, 40% (n=8) da amostra utilizou óculos e 5% (n=1) lentes de contacto.

No que se refere à avaliação da função visual (cf. Tabela 3) verificou-se que 70% (n=14) da amostra apresenta uma função visual alterada, sendo apenas considerada normal 30% (n=6) da amostra, de acordo com o critério estabelecido. Observou-se que 95% (n=19) e 100% (n=20) dos TMN apresentaram uma AV pp e pl ODE ≥8/10, respetivamente. Relativamente à sensibilidade ao contraste, 100% (n=20) da amostra obteve no OD ≥0,8% e 95% (n=19) no OE ≥0,8%. No estudo do equilíbrio oculomotor, 30% (n=6) da amostra demonstrou ser ortofórica, 60% (n=12) demonstrou ser exofórica e 10% (n=2) esofórica. Relativamente à estereopsia verificou-se que 35% (n=7) da amostra revelou um valor >60". Por sua vez, da análise das vergências pp, 30% (n=6) da amostra apresentou-se ≥30^Δ e 85% (n=17) demonstrou ser ≥8^Δ. No teste de atenção visual constatou-se 100% (n=20) de normalidade.

Tabela 2. Caracterização da amostra (demografia, ametropias e semiologia ocular)

Características	n (%)
Género feminino/masculino	15/5 (75/25)
Correção ótica	
Óculos	8 (40)
LC	1 (5)
Ambos	1 (5)
Ametropias	5 (25)
Miopia	5 (25)
Astigmatismo miópico simples	
Astigmatismo miópico composto	10 (50)
Astigmatismo misto	
Semiologia ocular	2 (10)
Cefaleias frontais	4 (20)
Olho seco	2 (10)
Olho vermelho	3 (15)
Sensação de corpo estranho	1 (5)
Prurido ocular	1 (5)
Ardor ocular	3 (15)
Dor ocular	2 (10)
Dificuldade de focagem	3 (15)
Fotofobia	4 (20)

Tabela 3. Caracterização da amostra (experiência, instituição profissional e função visual)

TMN	Idade	FUNÇÃO VISUAL							
		Acuidade visual pp ODE	Equilíbrio oculomotor pp	Convergência	Acomodação	Estereopsia	Vergências C/D'	Sensibilidade ao contraste	Teste de atenção visual
1	45	0,6	8 ^Δ Exoforia	14cm	12 D	120"	12 ^Δ / 8 ^Δ	4,5%	35 / 3min.
2	35	0,8	Ortoforia	6cm	20 D	120"	20 ^Δ / 8 ^Δ	2,2%	34 / 5min.
3	45	1,0	2 ^Δ Exoforia	6cm	22 D	30"	35 ^Δ / 14 ^Δ	2,2%	35 / 3min.
4	47	1,0	8 ^Δ Exoforia	6cm	20 D	15"	40 ^Δ / 12 ^Δ	2,2%	35 / 3min.
5	33	1,0	8 ^Δ Exoforia	8cm	10 D	30"	16 ^Δ / 8 ^Δ	2,2%	35 / 3min.
6	25	1,0	Ortoforia	6cm	20 D	60"	20 ^Δ / 16 ^Δ	1,1%	35 / 3min.
7	30	1,0	4 ^Δ Exoforia	8cm	10 D	60"	20 ^Δ / 14 ^Δ	1,1%	35 / 3min.
8	29	1,0	2 ^Δ Exoforia	6cm	10 D	60"	40 ^Δ / 12 ^Δ	2,2%	35 / 3min.
9	34	1,0	4 ^Δ Esoforia	6cm	10 D	60"	30 ^Δ / 4 ^Δ	2,2%	34 / 5min.
10	25	1,0	2 ^Δ Exoforia	6cm	15 D	60"	20 ^Δ / 4 ^Δ	2,2%	35 / 4min.
11	22	1,0	Ortoforia	6cm	20 D	60"	25 ^Δ / 6 ^Δ	2,2%	35 / 3min.
12	22	1,0	2 ^Δ Esoforia	6cm	15 D	60"	25 ^Δ / 8 ^Δ	1,1%	35 / 3min.
13	23	1,0	Ortoforia	6cm	20 D	60"	35 ^Δ / 12 ^Δ	1,1%	35 / 3min.
14	22	1,0	Ortoforia	6cm	10 D	30"	25 ^Δ / 8 ^Δ	1,1%	35 / 3min.
15	23	1,0	4 ^Δ Exoforia	6cm	15 D	60"	14 ^Δ / 12 ^Δ	2,2%	35 / 5min.
16	22	1,0	2 ^Δ Exoforia	6cm	20 D	30"	35 ^Δ / 12 ^Δ	1,1%	35 / 2min.
17	22	1,0	6 ^Δ Exoforia	6 cm	8 D	15"	20 ^Δ / 10 ^Δ	2,2%	35 / 3min.
18	22	1,0	4 ^Δ Exoforia	6cm	20 D	60"	20 ^Δ / 12 ^Δ	1,1%	35 / 3min.
19	25	1,0	Ortoforia	6cm	12 D	15"	18 ^Δ / 10 ^Δ	2,2%	35 / 3min.
20	22	1,0	8 ^Δ Exoforia	6cm	9 D	480"	25 ^Δ / 18 ^Δ	2,2%	35 / 4min.

□ GA □ GB

Considerando a variável experiência, no GA 10% ($n=2$) dos operadores detêm a normalidade em todos os testes e 5% ($n=1$) da amostra apresenta todas as funções da visão alteradas, com exceção do teste de atenção visual. Dos restantes 35% ($n=7$): 5% ($n=1$) apresenta alteração na AV, 15% ($n=3$) no equilíbrio oculomotor, 25% ($n=5$) na acomodação, 5% ($n=1$) na estereopsia, 25% ($n=5$) nas vergências em C' e 10% ($n=2$) nas vergências em D'. Por sua vez, no GB 20% ($n=4$) dos TMN apresenta todos os parâmetros da função visual dentro do critério de normalidade. Dos 30% ($n=6$) remanescentes: 10% ($n=2$) demonstra alterações no equilíbrio oculomotor, 25% ($n=5$) na acomodação, 20% ($n=4$) nas vergências em C' e 5% ($n=1$) nas vergências em D' e 5% ($n=1$) apresenta uma estereopsia rudimentar.

Na Figura 2 encontra-se representada a amplitude interquartil (%) intraoperador para cada PQ para a avaliação da variabilidade intraoperador. Da sua análise verificou-se uma reduzida amplitude interquartil para todos os PQ, revelando-se o valor máximo no O11 (6,59%) e o mínimo no O13 para a FEVEa (0,47%), ambos pertencentes ao GB.

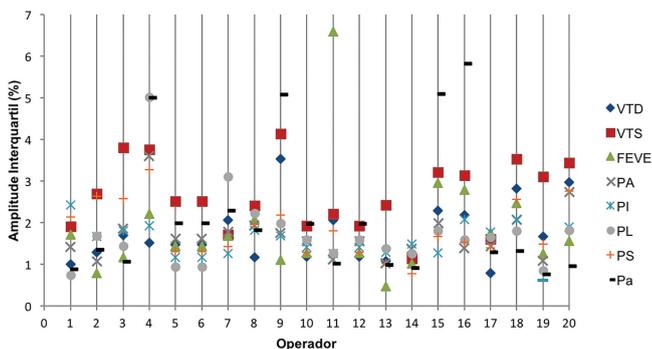


Figura 2. Amplitude interquartil (%) intraoperador (O1-O20) considerando os PQ.

Relativamente à variabilidade interoperador (cf. Figura 3) demonstrou-se, para esta amostra, que os PQ VTS e PI representam a maior ($CV\%=5,07\%$) e menor ($CV\%=1,44\%$) discrepâncias entre os 20 TMN, respetivamente.

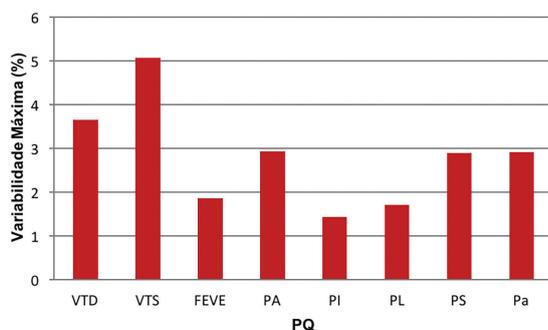


Figura 3. Variabilidade interoperador – variabilidade máxima dos CV(%) de cada TMN para os diferentes PQ.

Quando se assumiu a variável experiência profissional (cf. Figura 4) verificou-se que os CV% do GA são inferiores aos CV% do GB, com exceção da PL, onde o CV% do GA é igual a 3,22%, sendo superior ao CV% do GB que é igual a 2,67%. Verificou-se no GA um CV% entre 1,42% e 3,22% e, no GB, entre 1,70% e 6,20%. Na comparação do desempenho entre o GA e GB, recorrendo ao teste de *Wilcoxon*, detetaram-se unicamente diferenças estatisticamente significativas para os valores da PS ($z_w=-2,051$, $p=0,040$).

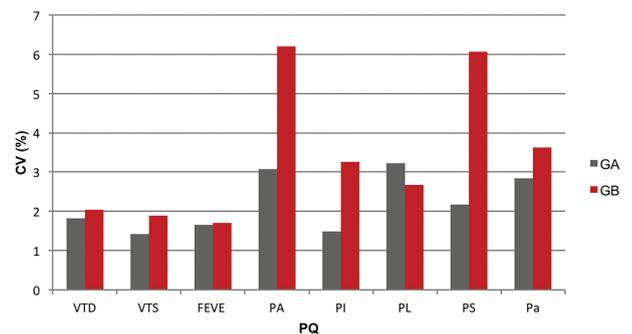


Figura 4. Comparação dos CV(%) entre GA e GB, considerando cada PQ.

No que se refere à função visual (cf. Tabela 4), apenas na FEVE foram detetadas diferenças estatisticamente significativas entre TMN com visão normal e alterada ($U=11,5$, $p=0,012$), verificando-se que quem tem visão normal apresenta valores superiores. Pelo coeficiente de associação ETA conclui-se que a visão contribui em 33,99% para a variação da FEVE. Quanto à análise da variabilidade não se verificam grandes discrepâncias entre TMN com visão normal e alterada, o que vem de encontro ao já observado na Figura 3.

Incluindo a variável experiência profissional na presente análise, não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas entre TMN do GA e entre TMN do GB, nem entre TMN com visão normal e alterada em nenhum dos PQ ($p>0,05$). Contudo, este resultado pode dever-se à existência de um número reduzido de elementos em cada grupo (GA: $n=10$; GB: $n=10$). Novamente, quanto à análise da variabilidade, dentro de cada grupo (GA e GB) não se verificaram grandes discrepâncias entre TMN com visão normal e alterada.

Na Tabela 5 encontram-se os valores obtidos da comparação PQ entre operadores (O1–O20) como também as comparações múltiplas de *Friedman*. Com a aplicação do teste de *Friedman* aferiu-se que nos PQ VTS e Pa não existiram diferenças estatisticamente significativas entre operadores, ($\chi^2_f(19)=28,67$; $p=0,071$) e ($\chi^2_f(19)=13,72$, $p=0,800$), respetivamente. Em contrapartida, nos PQ VTD, FEVE, PA, PI, PL e PS verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os operadores ($\chi^2_f(19)=60,80$; $p=0,000$),

Tabela 4. Teste de Mann-Whitney – Comparação das avaliações dos PQ entre TMN com visão normal e alterada e coeficiente de associação ETA

PQ	Visão	n	Ordens		Estatística de teste		Coeficiente de associação ETA
			Média das ordens	Soma das ordens	Mann-Whitney U	p	
EDV	Normal	6	13,50	81,00	24,000	0,137	0,392
	Alterado	14	9,21	129,00			
	Total	20					
ESV	Normal	6	11,00	66,00	39,000	0,805	0,135
	Alterado	14	10,29	144,00			
	Total	20					
FEVE	Normal	6	15,58	93,50	11,500	0,012*	0,583
	Alterado	14	8,32	116,50			
	Total	20					
PA	Normal	6	8,00	48,00	27,000	0,216	0,338
	Alterado	14	11,57	162,00			
	Total	20					
PI	Normal	6	6,83	41,00	20,000	0,070	0,49
	Alterado	14	12,07	169,00			
	Total	20					
PL	Normal	6	7,92	47,50	26,500	0,201	0,295
	Alterado	14	11,61	162,50			
	Total	20					
PS	Normal	6	7,08	42,50	21,500	0,090	0,471
	Alterado	14	11,96	167,50			
	Total	20					
Pa	Normal	6	9,17	55,00	34,000	0,509	0,146
	Alterado	14	11,07	155,00			
	Total	20					

*Diferenças estatisticamente significativas ao nível de significância de 5%

($\chi^2(19)=31,01; p=0,040$), ($\chi^2(19)=61,90; p=0,000$), ($\chi^2(19)=42,32; p=0,002$), ($\chi^2(19)=40,67; p=0,003$) e ($\chi^2(19)=45,47; p=0,001$), respectivamente. Atendendo o parâmetro VTD, verificaram-se maioritariamente diferenças entre TMN experientes. Por sua vez, na PA verificam-se diferenças entre TMN experientes, entre não experientes e entre experientes e não experientes. Na FEVE, PI, PL e PS existiram principalmente diferenças entre o GA e GB. Efetuando uma análise mais exaustiva interoperador (O1-O20) e considerando as comparações múltiplas de *Friedman*, detetaram-se diferenças estatisticamente significativas no O1 (com os O9, O18 e O20), no O4 (entre O9 e O20), no O7 (O9, O18 e O20), no O9 (O1, O3-4, O12-14 e O17), no O13 (O9, O16 e O20), no O14 (O6, O8-12, O18 e O20), no O18 (O1, O3, O7 e O14) e no O20 (O1-4, O7 e O13-14) nos PQ.

No que se refere à variabilidade intraoperador, nos PQ funcionais (cf. Figura 3) verificou-se que a FEVE obteve a menor discrepância (CV%=1,86), em contraste com o VTD e o VTS (CV%=3,65 e 5,07, respectivamente). Nos valores de

perfusão foi na PA, PS e Pa que se observaram os maiores valores, com um CV% de 2,94, 2,90 e 2,90, respetivamente, e na PI o menor CV%=1,44. Na Figura 5 encontra-se representado o CV% de cada operador (O1-O20) para cada PQ. Verificou-se que os valores obtidos entre os TMN para cada PQ são pouco discrepantes.

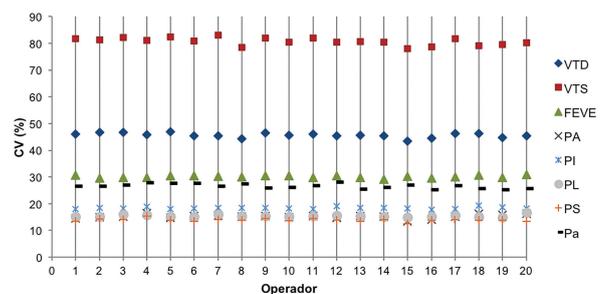


Figura 5. Distribuição dos CV% entre operadores (O1-O20) por PQ.

Tabela 5. Comparações múltiplas de Friedman para cada TMN – Comparação dos PQ entre TMN (O1 - O20)

PQ	Valor p	Comparações múltiplas de Friedman
VTD	0,000	O9≠O12 (p=0,038); O9≠O4 (p=0,016); O9≠O2 (p=0,008); O20≠O4 (p=0,030); O20≠O2 (p=0,014)
VTS	0,071	--
FEVE	0,040	O9≠O17 (p=0,045); O9≠O2 (p=0,031); O9≠O3 (p=0,023); O9≠O14 (p=0,001); O18≠O14 (p=0,002); O11≠O14 (p=0,003); O20≠O14 (p=0,004); O10≠O14 (p=0,007); O8≠O14 (p=0,010)
PA	0,000	O13≠O16 (p=0,036); O13≠O9 (p=0,013); O1≠O9 (p=0,035)
PI	0,002	O14≠O12 (p=0,0039); O14≠O6 (p=0,038); O14≠O18 (p=0,018); O14≠O20 (p=0,008); O14≠O9 (p=0,000); O1≠O18 (p=0,034); O1≠O20 (p=0,015); O1≠O9 (p=0,001); O3≠O18 (p=0,038); O3≠O20 (p=0,001); O7≠O18 (p=0,049); O7≠O20 (p=0,023); O7≠O9 (p=0,001); O13≠O20 (p=0,026); O13≠O9 (p=0,002); O4≠O20 (p=0,027); O4≠O9 (p=0,002)
PL	0,003	O4≠O9 (p=0,002); O4≠O20 (p=0,027); O13≠O9 (p=0,002); O13≠O20 (p=0,026); O7≠O18 (p=0,049); O7≠O20 (p=0,023); O7≠O9 (p=0,001); O3≠O9 (p=0,001); O3≠O20 (p=0,018); O3≠O18 (p=0,038); O1≠O9 (p=0,001); O1≠O20 (p=0,015); O1≠O18 (p=0,034); O14≠O18 (p=0,018); O14≠O20 (p=0,008); O14≠O9 (p=0,000); O14≠O6 (p=0,038); O14≠O12 (p=0,039)
PS	0,001	O1≠O18 (p=0,000); O3≠O18 (p=0,025)
Pa	0,800	--

Discussão

A presente investigação demonstrou que a CPM, utilizando o *software QGSTM*, apresenta valores reduzidos de variabilidade intra e interoperador (próximos de 0%). Como tal, afirma-se que os passos manuais, como a delimitação da área de reconstrução e reorientação e ajuste dos limites miocárdicos, foram efetuados de forma cuidadosa, não possuindo, deste modo, um impacto relevante nos PQ obtidos. Adicionalmente, o *software QGSTM* assegura a consistência e a reprodutibilidade entre utilizadores, permitindo que apesar de existir alguma diferença ao nível da delimitação e alinhamento da região cardíaca, a mesma não seja repercutível nos resultados obtidos.

Quando se assumiu a variável experiência, no GA verificou-se um CV% inferior ao do GB, com exceção da PL, apesar de não ser estatisticamente significativo. Esta discrepância pode dever-se ao operador experiente ter conhecimentos e capacidades práticas mais aprofundadas. Os presentes resultados encontram-se de acordo com os defendidos por Wheat *et al.*, quando o mesmo refere que, para uma utilização bem-sucedida da CPM, é necessário um elevado grau de perícia, visando a maximização da qualidade de imagem e a minimização de erros equívocos²⁸. Considerando os valores de referência, supracitados, conclui-se que os grupos possuem CV% <10% indicativos de uma baixa dispersão de dados, que se reflete numa ótima precisão dos resultados obtidos, pelo que se pode afirmar que esta é uma técnica reprodutível.

No que se refere à análise comparativa entre TMN (*cf.* Tabela 5), considera-se que as diferenças no GA poderão estar associadas à própria variabilidade intrínseca do *software* utilizado e ao facto dos TMN experientes pertencerem a di-

ferentes centros de MN, o que poderá levar à existência de pequenas diferenças nos passos manuais do processamento derivadas na implementação de diferentes protocolos de processamento⁴. Quando existem diferenças entre o GA e o GB, estas poderão ser explicadas pela menor experiência dos operadores do GB, uma vez que, como os resultados indicam, a baixa experiência dos TMN é congruente de uma maior variabilidade.

Relativamente à influência da variável função visual verificou-se na totalidade da amostra que a visão contribuiu 33,99% para a variação da FEVE; contudo, observou-se que não existiu uma grande discrepância nos PQ obtidos entre TMN (*cf.* Figura 3) com visão normal e alterada, reforçando, deste modo, a reprodutibilidade da CPM.

Numa análise operador-a-operador (*cf.* Tabela 5) verificou-se que o O1 foi quem apresentou uma pior função visual, seguindo-se o O20, O14, O18 e O9. O O9, o O20, o O14 e o O1 apresentavam valores de acomodação abaixo do indicado para a idade. Ao nível do processamento da CPM, a acomodação pode-se repercutir nos PQ obtidos pois, sendo o processamento uma atividade de perto, o operador tem tendência a acomodar, isto é, a focar um alvo por um longo período de tempo, aumentando o *lag* de acomodação, levando a um sintoma subjetivo de desfocagem⁹. Para focar novamente as imagens, os olhos tendem a fazer mais esforço, o qual pode originar sintomatologia ocular ou numa perda superior do foco da imagem⁹. No que se refere aos PQ obtidos, o O1 apresentou diferenças estatisticamente significativas em relação ao O9. Pressupõe-se que, no O1, a diminuição da sensibilidade ao contraste e da AV influencia a discriminação dos contornos da imagem¹⁵. Adicional-

mente, a reduzida estereopsia, convergência, acomodação e vergências afetam a VB e a qualidade da imagem percebida²¹. Apesar de o O20 apresentar grandes diferenças nos PQ obtidos, relativamente aos TMN do GA, o mesmo acontece com os do GB (O13 e O14), o que é indicativo de que a experiência não representou a única variável influente. O O20 apresentou uma função visual alterada (AV, estereopsia, vergências e acomodação) e uma anisometropia não corrigida. Apesar de ter correção ótica não a utilizou, o que se pode repercutir no nível de nitidez da imagem^{15,18} e da qualidade da VB²¹, influenciando eventualmente a variabilidade nos PQ obtidos. Apesar de inúmeros estudos⁶⁻⁸ referirem que a atenção visual influencia o desempenho dos técnicos na análise da imagem médica, neste estudo essa relação não se constatou.

Relativamente à variabilidade dos PQ funcionais constatou-se que a FEVE, em contraste com o VTD e o VTS, é o PQ mais estanque, pois apresentou o menor CV% entre TMN. Esta discrepância deve-se ao facto de erros no cálculo do VTS e no VTD serem parcialmente anulados na fórmula de cálculo utilizada para a obtenção da FEVE²⁶. O presente resultado é consonante com o estudo de Åkesson *et al*⁴. No que se refere aos PQ de perfusão verifica-se que a variabilidade presente na Pa pode ocorrer devido ao incorreto ajustamento do LEH durante o processamento, podendo derivar numa sobre ou subestimação da atividade apical²⁹.

Limitações do estudo

O presente estudo não considerou o número de horas ao computador, prévias ao processamento, nem o número de horas consecutivas a processar. O mesmo poderá a vir ser estudado, pois segundo Krupinski *et al*. verifica-se uma menor precisão depois de um dia de leitura de imagens médicas e uma reduzida capacidade de concentração⁷.

Conclusão

No presente estudo concluiu-se que a CPM é uma técnica repetível e reprodutível ao nível dos PQ e independente do operador.

Quanto às variáveis em estudo verificou-se influência da experiência profissional e da função visual no processamento semiautomático da CPM, nos PQ PS e FEVE, respetivamente. Adicionalmente, demonstrou-se que a visão influencia em 33,99% o PQ FEVE. Pressupõe-se que algumas das diferenças verificadas entre operadores possam ser justificadas sobretudo pela perda de nitidez da imagem e pela diminuição da qualidade da VB. Contudo, quando se investigou a variabilidade, observou-se que não existiam grandes discrepâncias entre TMN do GA e GB e com visão normal ou alterada.

Relativamente à variabilidade dos PQ em estudo constatou-se que a FEVE foi o PQ mais consistente, uma vez que foi o que apresentou menor variabilidade intraoperador.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos TMN pela sua dedicação e disponibilidade.

Referências bibliográficas

- Underwood SR, Godman B, Salyani S, Ogle JR, Ell PJ. Economics of myocardial perfusion imaging in Europe: the EMPIRE study. *Eur Heart J*. 1999;20(2):157-66.
- Hesse B, Tägil K, Cuocolo A, Anagnostopoulos C, Bardies M, Bax J, et al. EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2005;32(7):855-97.
- Mohammed AM, Naddaf SY, Mahdi FS, Al-Mutawa QI, Al-Dossary HA, Elgazzar AH. Impact of Operator on Determining Functional Parameters of Nuclear Medicine Procedures. *Med Princ Pract*. 2006;15(3):209-14.
- Akesson L, Svensson A, Edenbrandt L. Operator dependent variability in quantitative analysis of myocardial perfusion images. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2004;24(6):374-9.
- Antunes MO, Gomes RR, Vieira L. Variabilidade introduzida pelo operador no processamento dos estudos Gated-SPECT do miocárdio [Variability introduced by the operator in processing myocardial Gated-SPECT studies]. *Saúde & Tecnol*. 2014;(11):5-10. Portuguese
- Krupinski EA. The role of perception in imaging: past and future. *Semin Nucl Med*. 2011;41(6):392-400.
- Krupinski EA. The importance of perception research in medical imaging. *Radiat Med*. 2000;18(6):329-34.
- Manning DJ, Gale A, Krupinski EA. Perception research in medical imaging. *Br J Radiol*. 2005;78(932):683-5.
- Anshel J. *Visual ergonomics handbook*. Washington: CRC Press; 2005. ISBN 9781566706827
- Krupinski EA. Current perspectives in medical image perception. *Atten Percept Psychophys*. 2010;72(5):1205-17.
- Barbetta PA. *Estatística aplicada às ciências sociais*. 2ª ed. São Paulo: IESDE; 2009. ISBN 9788538732693
- Bell J. *Como realizar um projecto de investigação: um guia para a pesquisa em ciências sociais e da educação*. 3ª ed. Lisboa: Gradiva; 2004. ISBN 9789726625247
- Fortin MF. *O processo de investigação: da concepção à realização*. 5ª ed. Loures: Lusociência; 2009. ISBN 9789728383107
- Fortin MF. *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. Loures: Lusodidacta; 2009. ISBN 9789898075185
- Martín Herranz R, Vecilla Antolínez G. *Manual de optometría*. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2011. ISBN 9788498352726
- Plainis S, Tzatzala P, Orphanos Y, Tsilimbaris MK. A modified ETDRS visual acuity chart for European-wide Use. *Optom Vis Sci*. 2007;84(7):647-53.
- Plainis S, Moschandreas J, Giannakopoulou T, Vitanova V, Nikolitsa P, Rozema JJ, et al. Validation of a modified ETDRS chart for European-wide use in populations that use Cyrillic, Latin or Greek alphabet. *J Optom*. 2013;6(1):18-24.
- Benjamin WJ. *Borish's clinical refraction*. 2nd ed. Missouri: Elsevier; 2006. ISBN 9780750675246

19. Jeanrot N, Jeanrot F. Manual de estrabología práctica: aspectos clínicos y terapéuticos. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas; 1996. ISBN 9788445803547
20. Von Noorden GK, Campos EC. Binocular vision and ocular motility: theory and management of strabismus. 6th ed. New York: Mosby; 2002. ISBN 9780323011297
21. Abrams D, Duke-Elder SS. Refracção prática. 10^ª ed. Rio de Janeiro: RIO MED; 1997. ISBN 9788585687137
22. Momeni-Moghadam H, Kundart J, Ehsani M, Gholami K. The comparison of stereopsis with TNO and Titmus tests in symptomatic and asymptomatic university students. *J Behav Optom*. 2012;23(2):35-9.
23. Wright KW, Spiegel PH, Thompson LS. Handbook of pediatric strabismus and amblyopia. New York: Springer-Verlag; 2006. ISBN 9780387279244
24. Gauthier L, Dehaut F, Joanette Y. The Bells test: a quantitative and qualitative test for visual neglect. *Int J Clin Neuropsychol*. 1989;11(2):49-54.
25. Seoane L, Nervi R, Seoane M, Gorraiz Rico F, Torres S, Rodríguez Cerrillo M. Acute mountain sickness: predictors of climbers' performance at high altitudes. *Emergencias*. 2011; 23(4):276-82.
26. Germano G, Kavanagh PB, Slomka PJ, Van Kriekinge SD, Pollard G, Berman DS. Quantitation in gated perfusion SPECT imaging: the Cedars-Sinai approach. *J Nucl Cardiol*. 2007;14(4):433-54.
27. Garcia CH. Tabelas para classificação do CV. Lisboa: Instituto do Emprego e Formação Profissional; 1989.
28. Wheat J, Currie G. Recognising and dealing with artifact in myocardial perfusion SPECT. *Internet J Cardiovasc Res*. 2006;4(1).
29. Mettler Jr FA, Guiberteau MJ. Essentials of nuclear medicine imaging. 5th ed. New York: Elsevier; 2005. ISBN 0721602010

Recebido em 31.07.2014 e aprovado em 20.10.2015